

УДК 576.895.42 : 591 (5—012)

**ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЧИСЛЕННОСТИ
ТАЕЖНОГО КЛЕЩА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ**

© Ю. С. Коротков, Н. М. Окулова

Проведен анализ временной структуры 23-летнего ряда наблюдений за численностью голодных взрослых особей таежного клеща в лесах юго-западных предгорий Сихотэ-Алиня. Показано, что колебания численности клещей носят квазипериодический характер и складываются из околотрехлетних осцилляций, многолетнего нелинейного тренда и случайной компоненты. Проведено описание наблюдаемого процесса с помощью статистической модели, сочетающей элементы гармонического и линейного регрессионного анализов. Обсуждается различие между факторами среды, прямо влияющими на численность клещей (функциональные факторы), и факторами, коррелированными с численностью клещей опосредованно — через общие для данного биогеоценоза ритмы климатических и природных процессов (синхронизирующие факторы).

В учении Павловского (1939) о природной очаговости значительное место отводится численности переносчиков инфекций. За 60-летний период интенсивного изучения таежного клеща *Ixodes persulcatus* Sch., 1930, прежде всего как переносчика клещевого энцефалита, опубликованы многочисленные материалы, отражающие различные стороны его биологии. Вместе с тем насчитываются только единичные работы, посвященные анализу многолетней динамики численности таежного клеща. Причины такого состояния в значительной степени обусловлены трудностями изучения подобных процессов, усложненных из-за многолетних циклов развития, разновозрастного состава популяций и возможности реализации тех или иных воздействий спустя несколько месяцев или даже лет после самого воздействия (Балашов, 1996).

В последние годы получены доказательства того, что динамика численности таежного клеща представляет собой сложный, нестационарный, полициклический процесс, в котором обнаруживаются квазипериодические колебания с частотой от 2 до 20 и более лет (Наумов и др., 1984; Коротков и др., 1989, 1992; Добротворский, 1992). Анализ подобных процессов требует прежде всего адекватных исходных материалов и применения адекватных технологий обработки данных, сочетающих методы многомерной статистики с методами гармонического и кросс-корреляционного анализа переменных. Такой подход позволил нам впервые в исследовательской практике провести успешное статистическое описание динамики численности таежного клеща в «длинном», 33-летнем ряду наблюдений. Детерминация описываемого процесса достигала в этом случае 91 % (Коротков, 1998). Хронологическая структура численности рассматривается нами как определенное соотношение трендовых, гармонических (квазипериодических) и случайных составляющих, их последовательность и резонанс с окружающими условиями среды.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования, показывающие особенности квазипериодических колебаний численности голодных взрослых клещей *I. persulcatus* в Приморском крае, связь этих колебаний с климатическими и погодными явлениями, численностью мелких млекопитающих; приводится статистическое описание наблюдаемого процесса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу исследования положены материалы 23-летних наблюдений, проведенных в 1963—1985 гг. на постоянном стационаре у пос. Каменушка Уссурийского р-на Приморского края (30 км к востоку от г. Уссурийска). Стационар находится в юго-западных предгорьях хребта Сихотэ-Алинь, покрытых многопородными хвойно-широколиственными лесами. Подробная характеристика стационара дана в монографии одного из авторов настоящего сообщения (Окулова, 1986). Учеты клещей проводили сотрудники Приморской противочумной станции (1963—1985 гг.) и Института полиомиелита и вирусных энцефалитов АМН СССР (1975—1985 гг.). Количество пойманных членистоногих пересчитывали на 1 час учета на человека и флаг в среднем за сезон активности клещей. В работе использованы только результаты учетов численности *I. persulcatus*. Метеорологические данные получены вблизи места проведения работ — на гидрометеостанции пос. Каменушка. Статистическую обработку материала проводили на ПВЭМ с помощью пакета прикладных программ Statistica (В. Боровиков, И. Боровиков, 1997). Использовались авто- и кросс-корреляционные функции, операторы удаления среднего и тенденции, гармонический анализ. Стабилизация числовых рядов достигалась путем взятия простых (первых) разностей. На заключительном этапе исследования применялся многофакторный регрессионный анализ с пошаговым выбором переменных. В тексте приняты следующие обозначения: r — коэффициент множественной корреляции, R — коэффициент детерминации, F — критерий Фишера, p — вероятность расхождения между исходными и расчетными значениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Временная структура данных. Среди разнообразных параметров, характеризующих циклические популяционные процессы, наибольший интерес представляют период и частота колебаний. Частота, если она оценивается по периоду колебаний, а не по длине волны, зависит от выбранной единицы времени. Поскольку нас интересуют годовые колебания, то в качестве такой единицы избирается год. Различные природные процессы в своих межсезонных флуктуациях не могут совершать колебания с периодом, меньшим 2 лет. На этом основании мы относим такие колебания к «высокочастотным», или краткосрочным, включив в эту группу также и 3—4-летние колебания. Циклы с периодом от 5 до 17 лет рассматриваются как среднесрочные, а с периодом свыше 17 лет — как долгосрочные, или «низкочастотные» (Коротков и др., 1992). Имеющиеся к настоящему времени относительно короткие ряды наблюдений не позволяют провести достоверную оценку долгосрочных циклов. Наличие таких циклов можно только предполагать по наблюдаемым тенденциям (трендам).

Анализ трендов. Среднесезонная численность голодных взрослых клещей за весь период наблюдений составила 31.1 ± 2.1 клещей/час при колебаниях в пределах от 14.7 до 51.3 клещей/час. Численность клещей в период сезонного пика достигала соответственно 61.6 ± 5.6 , 18.5 и 124 клещей/час. На рис. 1 достаточно отчетливо видно, что динамика численности клещей представляет собой типичный нестационарный процесс. Средняя численность клещей достигала максимальных значений в начале периода наблюдений и составляла 40 клещей/час. В последующие 10—12 лет она постепенно снижалась до 27—28, а затем, с середины 70-х годов, постепенно росла, достигнув к концу периода наблюдений 34 клещей/час. Отмеченная особенность подчеркивается наличием достоверного квадратического тренда.

Нестационарность отмечается и в рядах, характеризующих колебания условий среды. Достоверные тренды установлены в динамике средней численности мелких млекопитающих и основных метеопоказателей (рис. 1). Колебания климата в самом общем виде выражаются в изменчивости суммы годовых осадков и среднегодовой

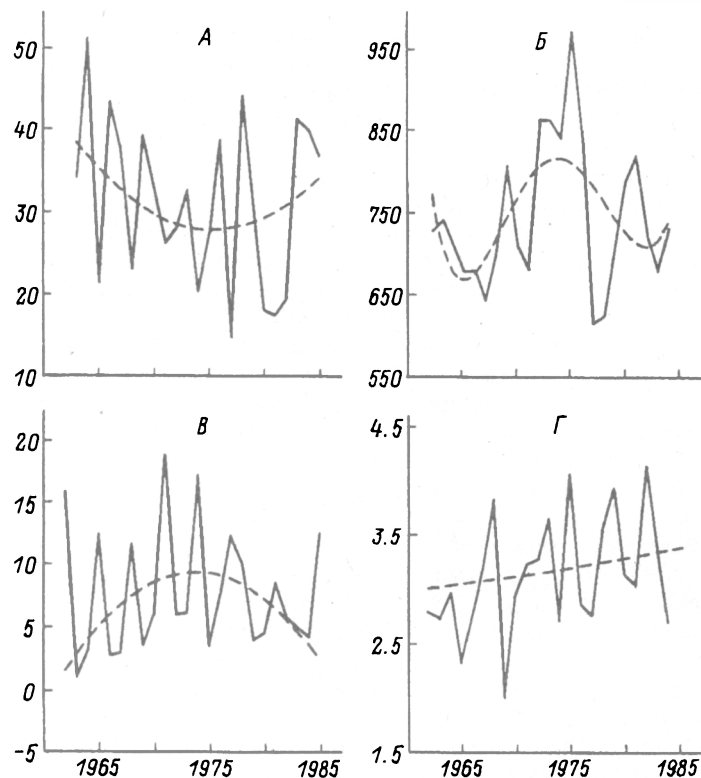


Рис. 1. Ход изменения по годам численности таежного клеща, мелких млекопитающих и некоторых метеопказателей.

А — численность голодных взрослых клещей, клещей/час (наблюдаемые значения и квадратичный тренд); Б — сумма годовых осадков, мм (сглаженные значения и параболический тренд); В — численность мелких млекопитающих, зверьков на 100 ловушко-ночей (наблюдаемые значения и квадратичный тренд); Г — среднегодовая температура воздуха, °С; по оси абсцисс — годы; по оси ординат — показатели наблюдаемых явлений.

Fig. 1. The course of alteration for *Ixodes persulcatus* and small mammals number and some weather indices.

А — ticks number, unfed imago individuals per 1 hour (observed values and quadratic trend); Б — precipitation sum total per year, mm (smoothed value and parabolic trend); В — small mammals number, animals per 100 traps (observed values and quadratic trend); Г — air temperature, sum total per year, °C; abscissa — years; ordinate — indices of the observed phenomenons.

температуры воздуха. Наибольшее количество осадков на Дальнем Востоке выпадает в теплое время года. За полугодовой период с апреля по сентябрь их выпадает в среднем 542 мм, что составляет 73.6 % от годовой нормы. Динамика выпадения осадков в эти два периода в их среднесрочных и долгосрочных компонентах выглядит сходным образом. Отмечаются достоверные тренды, указывающие на значительное увеличение осадков в 70-е и их снижение в 60-е и 80-е годы.

Среднегодовая температура воздуха также не оставалась постоянной и постепенно увеличивалась с середины 60-х годов и до конца периода наблюдений. За 20 лет она выросла на 0.5°, или на 11.7 %. Такое увеличение можно считать весьма значительным, если принять во внимание прогнозы метеорологов о возможности глобального изменения климата при повышении температуры в масштабах планеты всего на 1° (Глобальный климат, 1987). Средняя температура в районе наших наблюдений росла за счет ее повышения как в теплое, так и в холодное время года. Характерные

тенденции наблюдались и в составе других метеопказателей. Линии их трендов имеют много общего с трендами в численности мелких млекопитающих и клещей, совпадая с ними по фазе или находясь в противофазе. Такое состояние характеризует тем самым благоприятное или отрицательное воздействие этих факторов на численность исследуемых видов животных в течение длительного времени.

Наиболее заметное влияние на численность *I. persulcatus* и прокормителей его преимагинальных фаз развития оказывают температура воздуха и количество осадков, выпадающих в теплое время года. Длительное их увеличение по линии трендов сопровождается постепенным снижением обилия клещей и нарастанием численности мелких млекопитающих. Последствия «низкочастотных» колебаний климата в других частях ареала могут быть иными (Коротков, 1998). Однако везде трендовые составляющие в динамике численности голодных взрослых клещей находятся в противофазе с численностью мелких млекопитающих. Такие различия обусловлены в первую очередь несовпадением требований членистоногих и теплокровных животных к внешним условиям. Отмеченная особенность указывает на то, что колебания численности основных прокормителей преимагинальных фаз таежного клеща не могут адекватным образом отражаться на колебаниях численности членистоногих, по крайней мере в «низкочастотной» части этого процесса.

«Высокочастотные» колебания. Наряду с трендовыми и «низкочастотными» флуктуациями численности таежного клеща нетрудно заметить и «высокочастотные» со средним периодом около 3 лет. 3-летняя повторяемость подъемов и спадов численности наблюдается на протяжении достаточно больших промежутков времени. Она особенно хорошо заметна на фоне трендовой компоненты (рис. 1) и подтверждается результатами гармонического анализа (рис. 2). Околотрехлетняя цикличность характерна для многих природных процессов в Приморье и обусловлена прежде всего особенностями выпадения осадков в период муссонных дождей (Окулова, 1986).

Вместе с тем одно только визуальное исследование климатограмм и графиков различных природных процессов не дает веских оснований к тому, чтобы считать эти процессы циклическими и отличать их от случайных. Нетрудно бывает заметить, что 3-летние циклы все же чередуются с 2- и 4-летними, а в ряде показателей отмечаются 5- и 6-летние, наблюдаются существенные различия в амплитуде циклов, имеет место «выпадение» или слияние циклов. Визуальное восприятие «высокочастотных» колебаний осложняется многолетними тенденциями или циклами более высокого ранга. Характерный пример «выпадения» 3-летнего цикла в динамике численности таежного клеща наблюдался нами в 1980—1982 гг., когда вместо ожидаемого в 1981 г. пика продолжался дальнейший спад численности (рис. 1).

Лучшей статистической характеристикой квазипериодических процессов и доказательством самого факта цикличности могут служить результаты спектрального анализа (Кайсл, 1972). На спектрограммах хорошо видно, что циклические колебания характерны не только для биотических компонентов, но также и для климатических показателей (рис. 2). Приведенные материалы подтвердили наличие достоверных циклических колебаний климата с околотрехлетним периодом. Вместе с тем они позволили выявить и скрытую циклическую компоненту с периодом в 2 года. На 2-летние циклы приходится большая часть спектральной плотности в колебаниях метеорологических показателей в холодное время года. В колебаниях осадков, выпадающих летом, циклы с 2- и 3-летним периодом представлены примерно в равном соотношении. Выраженная 3-летняя цикличность выявлена только в колебаниях температурных условий теплого периода года.

Исследование спектрограмм и кросс-корреляционных функций позволяет увидеть определенное, хотя и неполное, сходство между ритмами колебания погодно-климатических условий и важнейших биотических компонентов. Оно проявляется в продолжительности наблюдаемых циклов и определенном лаге (временном сдвиге) между переменными. В качестве основной причины такого сходства естественно предположить существование определенной функциональной связи между биотическими и абиотическими факторами. Это предположение подтверждается многочис-

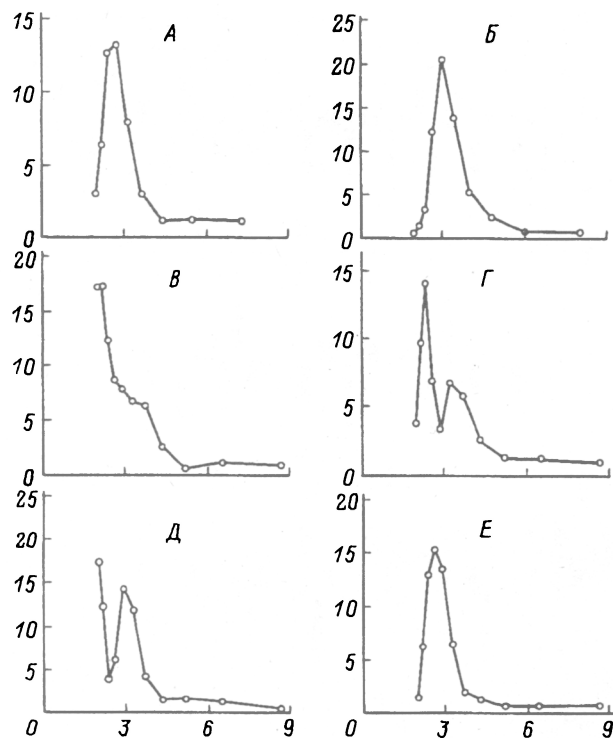


Рис. 2. Спектральная плотность «высокочастотных» колебаний численности таежного клеща и некоторых факторов среды (оценка проведена после трансформации числовых рядов в их первые разности).

А — численность голодных взрослых клещей; Б — численность мелких млекопитающих; В — сумма осадков за ноябрь—март; Г — сумма температур за ноябрь—март; Д — сумма осадков за апрель—сентябрь; Е — сумма температур за апрель—сентябрь; по оси абсцисс — длительность циклов, годы; по оси ординат — спектральная плотность.

Fig. 2. Spectral density of the «high-frequency» number oscillations for *Ixodes persulcatus* and some environmental factors (the value was obtained after row transformations in their first differences).

А — unfed imago ticks number; Б — small mammals number; В — precipitation sum per November—March; Г — temperature sum per November—March; Д — precipitation sum per April—September; Е — temperature sum per April—September; abscissa — cycles duration, years; ordinate — spectral density.

ленными исследованиями биоценологов. Вместе с тем установление такой связи в синхронно протекающих процессах представляет непростую задачу.

Так, в эпизоотологическом исследовании очагов клещевого энцефалита значительное место отводится оценке влияния предшествующей численности мелких млекопитающих на последующую численность переносчика инфекции. В большинстве опубликованных работ эта связь рассматривается как функциональная, хотя приводимые аргументы неубедительны, поскольку не позволяют различать функциональные связи в синхронно протекающих процессах. Беляева (1966), например, считает, что в Хабаровском крае годам с повышенной численностью клещей предшествуют годы с повышенной численностью грызунов (число парных сравнений ограничено 7). По нашим данным, полученным в центральных районах Приморья, подобная связь не кажется столь очевидной и однозначной. Выше мы уже обращали внимание на факт нахождения в противофазе трендовых составляющих у сравниваемых переменных. В «высокочастотной» части спектра численность таежного клеща, хотя и синхронизирована определенным образом с колебаниями численности мелких млекопитающих,

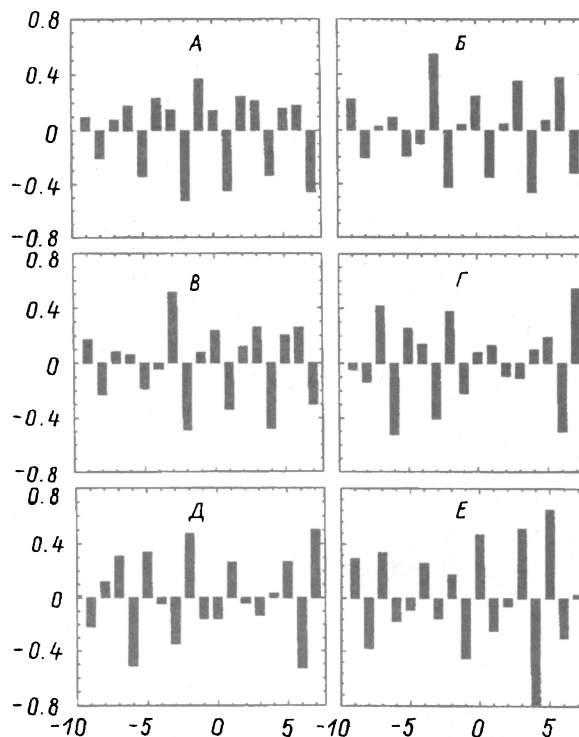


Рис. 3. Кросс-корреляция численности таежного клеща с некоторыми факторами среды.

A — мелкие млекопитающие; *Б* — сумма годовых осадков; *В* — сумма осадков за апрель—сентябрь; *Д* — температура мая; *Е* — температура ноября; по оси абсцисс — лаг (временной сдвиг между переменными, годы); по оси ординат — коэффициенты кросс-корреляционной функции.

Fig. 3. Cross-correlation tick number with some environmental factors.

A — small mammals; *B* — precipitation sum total per year; *B* — precipitation sum per April—September; *Г* — temperature per May; *Д* — temperature per November; abscissa — lag (temporal shift under variables, years); ordinate — coefficients of cross-correlation function.

но имеет временную структуру отличную от той, на которую указывает цитированный выше автор. Оказалось, что численность клещей в какой-либо сезон испытывает наименьшее влияние предшествующего обилия мелких млекопитающих именно в сезон $n-1$ и $n-2$, когда такое влияние, в случае прямой функциональной связи, должно бы достигать максимальных значений (рис. 3). Вместе с тем наблюдается достоверная отрицательная корреляция между переменными при их хронологическом совмещении (лаг = 0) или отставании одной из переменных на величину, кратную 3 годам (лаг равен 3, 6, -3 и -6). Такое соотношение характерно для процессов, колебания которых совершаются на одной частоте, но смещенных друг относительно друга по фазе.

Стабильная кросс-корреляция указывает в данном случае на синхронность и определенную последовательность протекания исследуемых процессов, не связанных между собой тесными причинно-следственными отношениями. Их синхронность опосредована общими для мелких млекопитающих и клещей условиями внешней среды. При этом реакция клещей и мелких млекопитающих на эти условия взаимно противоположна, точно так же, как это наблюдалось и в трендовых компонентах.

«Высокочастотные» колебания метеоусловий имеют более сложную структуру, чем колебания численности мелких млекопитающих и клещей. Полицикличность с

большим количеством случайных элементов наиболее характерна для погодных условий отдельных месяцев. Однако в колебаниях метеоусловий, суммированных за продолжительные отрезки сезона (температура и осадки теплого времени года, годовая сумма осадков и т. п.), доминируют все же 2- и 3-летние циклы (рис. 2). Согласованность этих циклов с колебаниями численности клещей достаточно отчетливо проявляется в кросс-корреляционных функциях (рис. 3). Выявляются следующие особенности временной структуры сравниваемых переменных.

1) Численность таежного клеща наилучшим образом синхронизирована в 3-летних циклах с суммой годовых осадков и осадков, выпадающих в теплое время года. Численность клещей также коррелирует с температурой мая и ноября. Кросс-корреляция численности клещей с температурой и осадками отдельных зимних месяцев принимает случайный характер.

2) Абсолютная величина коэффициентов корреляции, как правило, снижается в зоне возможной функциональной связи сравниваемых переменных (при отставании численности клещей от соответствующих метеоявлений на 1—2 года).

3) Влияние погоды на численность клещей в «высокочастотных» составляющих может существенно отличаться от такового в «низкочастотных» или трендовых. Так, если длительное, в течение ряда лет, повышение суммы годовых или суммы летних осадков ведет к снижению численности клещей, то увеличение количества осадков за 1—2 года до появления имаго, напротив, оказывает слабо положительное влияние.

Перечисленные особенности дают основание представить хронологическую структуру популяций таежного клеща как своеобразный пространственно-временной континуум, сформированный в ходе эволюции, как одна из форм адаптации к периодической смене условий существования. В этом пространственно-временном образовании действуют как прямые функциональные связи между биотическими и абиотическими компонентами, так и связи, опосредованные хронологически. Последние возникают на основе синхронизации популяционных процессов с природными ритмами по принципу «захвата частоты». Такая синхронизация не принимает абсолютного характера. При этом наблюдаются бифуркации и определенные фазовые смещения между численностью клещей и условиями окружающей среды. Такое состояние создает условия, поддерживающие эколого-физиологическое разнообразие популяций, ограничивает пределы колебания численности клещей в благоприятные и неблагоприятные периоды климатического цикла. Все это наиболее оптимально отвечает стратегии поддержания среднего уровня численности популяции в условиях периодических, «высокочастотных» колебаний внешних условий. Длительная смена условий существования, наблюдаемая в трендовых и «низкочастотных» составляющих, сопровождается сукцессионными изменениями биоценоза и влечет за собой переход на новый уровень средней численности клещей — более адаптивный по отношению к новому состоянию среды.

2. Регрессионное моделирование динамики численности. При попытке выразить аналитически связь численности клещей с факторами среды мы исходили из показанных выше особенностей. В уравнения регрессии включали в качестве переменных различные показатели условий среды, связанные с численностью клещей либо прямыми функциональными связями, либо синхронизированных с нею определенным образом во времени. Последние аргументы рассматриваются как условно функциональные. Чтобы избежать нежелательных эффектов, возникающих при попытках моделирования какого-либо нестационарного процесса с помощью уравнений линейной регрессии, мы провели стабилизацию исследуемых числовых рядов с помощью оператора взятия первых разностей и выделили тренды в самостоятельные переменные.

Факторный анализ проводили в два этапа: на первом — давалось раздельное статистическое описание трендовой и стабилизированной компоненты, а на втором — интегральное описание наблюдаемой динамики численности таежного клеща. При этом учитывалось влияние как факторов среды, определяющих многолетнюю тенденцию, так и факторы, с которыми связаны циклические и случайные колебания

численности. Первый этап исследования является наиболее ответственным и трудоемким. Именно здесь производится отбор факторов среды, способных наиболее существенно влиять на численность таежного клеща, проводится оценка связей между самими факторами, удаляются или заменяются коллинеарные элементы. Протоколы этого исследования занимают до 100 и более страниц. Однако результирующая часть после этого выглядит весьма компактно и сводится по существу к итоговым уравнениям.

Наиболее заметное влияние на численность таежного клеща оказывают среднегодовая температура воздуха, годовое количество осадков, количество осадков, выпадающих в теплое время года: в начале этого периода (апрель—июнь) и в конце (июль—сентябрь), температура воздуха в зимние месяцы. В качестве отдельных факторов среды рассматривались погодные условия, складывающиеся в критические периоды отдельных лет. Наиболее существенное влияние на сезонный ход активности клещей оказывают условия мая, а на численность — условия ноября. Колебания численности мелких млекопитающих не отражаются адекватным образом на колебаниях численности клещей, но могут тем не менее рассматриваться как прогностический фактор по условию синхронизации различных биоценологических процессов. Итоговое регрессионное уравнение принимает следующий вид

$$Y = -49.13 + 0.87X_1 - 1.11X_2 - 3.05X_3 + 2.25X_4 + 0.11X_5 - 0.03X_6 - 0.92X_7 \quad (1)$$

$$(r = 0.963, R = 0.927, F = 23.6, p = 0.000),$$

где Y — расчетная численность клещей в какой-либо сезон n , X_1 — численность мелких млекопитающих в сезон $n-2$, X_2 — то же, в сезон $n-3$, X_3 — средняя температура ноября в сезон $n-2$, X_4 — средняя температура мая в сезон n , X_5 — сумма осадков в июле в сезон $n-2$, X_6 — сумма осадков за август—сентябрь в сезон $n-2$, X_7 — сумма температур зимних месяцев в сезон $n-1$.

Основной причиной, синхронизирующей циклы различных биоценологических процессов, выступают внешние условия. Это положение находит подтверждение, в частности, и в том, что динамику численности таежного клеща можно выразить статистически и без учета численности мелких млекопитающих, а только на основании аргументов, отражающих колебания внешних условий среды

$$Y = -159.21 + 11.43X_1 - 4.34X_2 - 3.63X_3 - 0.04X_4 + 0.08X_5 + 0.16X_6 + 0.02X_7 - 0.03X_8 - 1.69X_9 \quad (2)$$

$$(r = 0.963, R = 0.927, F = 18.4, p = 0.000),$$

где X_1 — средняя температура мая в текущем сезоне n , X_2 — то же, в сезон $n-3$, X_3 — средняя температура ноября в сезон $n-2$, X_4 — сумма осадков в июне в сезон $n-1$, X_5 — сумма осадков в июле в сезон $n-1$, X_6 — то же, в сезон $n-2$, X_7 — сумма осадков в августе—сентябре в сезон $n-1$, X_8 — то же, в сезон $n-2$, X_9 — сумма температур зимних месяцев в сезон $n-1$.

Уравнения 1 и 2 наилучшим образом отвечают задаче статистического описания наблюдаемого процесса и достаточно полно отражают различные стороны взаимоотношений популяции таежного клеща с окружающими условиями среды. Ценность этих условий для целей прогноза ограничивается наличием аргументов, проявление которых приходится на прогнозируемый сезон. Для предсказания численности на предстоящий сезон мы составили более простое, но достаточно эффективное уравнение, аргументами которого служат события предшествующих лет

$$Y = -29.13 + 0.97X_1 - 1.24X_2 - 2.79X_3 - 0.11X_4 + 0.10X_5 - 0.03X_6 \quad (3)$$

$$(r = 0.953, R = 0.908, F = 23.3, p = 0.000),$$

где X_1 — численность млекопитающих в сезон $n-2$, X_2 — то же, в сезон $n-3$, X_3 — средняя температура ноября в сезон $n-2$, X_4 — сумма температур зимних месяцев в сезон $n-1$, X_5 — количество осадков в июле в сезон $n-2$, X_6 — сумма осадков за август—сентябрь в сезон $n-2$.

Расчетные кривые всех трех уравнений проходят вблизи наблюдаемых значений, повторяя сложный рисунок многолетней динамики численности таежного клеща с изменяющейся амплитудой циклов, трендом и выпавшим в 1980—1982 гг. 3-летним циклом. Показать теоретические кривые на рисунке не удастся из-за их практически полного совпадения с наблюдаемыми значениями численности клещей. Таким образом, при сочетании методов структурного анализа переменных с методами многомерной статистики, существенно повышается эффективность исследования и прогнозирования наблюдаемых процессов. Данный подход может оказаться полезным не только при изучении причин колебания численности таежного клеща, но и многих других компонентов паразитарной системы клещевого энцефалита.

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы благодарны сотрудникам Приморской противочумной станции А. Н. Сотниковой, Н. А. Горбатову, В. Г. Беляеву и Г. М. Солдатову за предоставленные нам архивные материалы по численности клещей и помощь в организации работы экспедиционной группы Института полиомиелита и вирусных энцефалитов АМН СССР.

Список литературы

- Балашов Ю. С. Место иксодовых клещей (Ixodidae) в лесных экосистемах // *Паразитология*. 1996. Т. 30, вып. 3. С. 193—201.
- Беляева Н. С. О прогнозировании численности иксодовых клещей в очаге клещевого энцефалита // *Уч. зап. Хаб. НИИ эпидемиол. и микробиол.* 1966. Вып. 8/2. С. 46—50.
- Боровиков В. П., Боровиков И. П. *Statistica — статистический анализ и обработка данных в среде Windows*. М., 1997. 592 с.
- Глобальный климат. Ред. Дж. Хотон. Пер. с англ. Л., 1987. 501 с.
- Добровольский А. К. Распределение и многолетняя динамика численности таежного клеща в северной лесостепи Приобья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1992. 21 с.
- Кайсл Ч. Анализ временных рядов гидрологических данных. Пер. с англ. М., 1972. 138 с.
- Коротков Ю. С., Волчкова Г. А., Кисленко Г. С. и др. Циклические изменения численности таежного клеща в Удмуртии // *Мед. паразитол.* 1989. № 1. С. 65—69.
- Коротков Ю. С., Акулова Л. М., Хазова Т. Г. и др. Циклические изменения численности таежного клеща в заповеднике «Столбы» // *Мед. паразитол.* 1992. № 2. С. 7—10.
- Коротков Ю. С. Циклические процессы в динамике численности таежного клеща и их связь с погодными и климатическими условиями // *Паразитология*. 1998. Т. 32, вып. 1. С. 21—31.
- Наумов Р. Л., Лабзин В. В., Гугова В. П. Циклическое изменение элементов паразитарной системы очагов клещевого энцефалита // *Паразитол. сб. ЗИН*. Л. 1984. Т. 32. С. 130—160.
- Окулова Н. М. Биологические взаимосвязи в лесных экосистемах (на примере природных очагов клещевого энцефалита). М., 1986. 248 с.
- Павловский Е. Н. О природной очаговости инфекционных и паразитарных болезней // *Вест. АН СССР*. 1939. Т. 10, С. 98—108.

Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М. П. Чумакова РАМН,
Москва, 142782;

Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова, РАН,
Москва, 117071

Поступила 30.11.1998

CHRONOLOGICAL STRUCTURE OF THE TAIGA TICK NUMBERING
IN THE RUSSIAN FAR EAST

Yu. S. Korotkov, N. M. Okulova

Key words: Ixodidae, *Ixodes persulcatus*, dynamics of number, time series analysis.

SUMMARY

A time series analysis of 23-years observations of the *Ixodes persulcatus* imago dynamics was carried out. The ticks were counted in forests of the western Sikhote-Alin foothills near Ussuriisk. The fluctuations of the ticks number are quasiperiodical. They are formed by near 3-years oscillations, long-term non linear trend and accidental component. The observed process was described by means of a statistic model. This model combines the harmonic regression analysis with linear regression analysis. The determination coefficients are 90.8 % and 92.7 % for the descriptive and prognostic models respectively. The difference between two groups of environmental factors, which influence on the tick number, is discussed. These factors are: 1) the directly influencing factors (functional factors), 2) the factors influencing by dint of natural rhythms being general for a biocoenosis (synchronizing factors).
